

# A téri műveleti képességek fejlettségének vizsgálata

© TÓTH Péter

Óbudai Egyetem, Trefort Ágoston Mérnökpedagógiai Központ, Budapest  
[toth.peter@tmpk.uni-obuda.hu](mailto:toth.peter@tmpk.uni-obuda.hu)

Amikor térszemléletről, térlátásról beszélünk, akkor annak két komponensét, a felismerés és a manipuláció képességét kell kiemelnünk. A felismerés tulajdonképpen vizuális befogadás, melynek célja a látvány (tárgy, rajz) egészének értelmezése. A vizuális befogadás a vizuális rendszer felismeréséből, egy szemléleti kép konstruálásából és annak belső megjelenítéséből áll (belső kép). A manipuláció olyan mentális tevékenység, amikor egy tárgy észlelt képe alapján keletkező képzetten valamilyen belső műveletet hajtunk végre ahhoz, hogy felidézhesük a tárgy egy másik nézetének képét. Ilyen manipulációs művelet a testek képzetli transzformációja (forgatása, tükrözése, eltolása), mozgatása, analizálása, szintetizálása.

A térszemléletet, a térlátást képességnek tekintjük. A faktoranalitikus kutatások alapján röviden áttekintjük a vizuális – téri képességek rendszerét. Figyelmünket a mentális téri műveletekre irányítjuk és bemutatjuk egy budapesti szakközépiskolások körében végzett reprezentatív kutatás eredményeit és a belőlük levonható következtetéseket.

## *A vizuális - téri képességek rendszere*

A Carroll-féle faktoranalitikus kutatás eredményeit is felhasználva Nagy József megalkotta kompetencia és képesség struktúráját (Nagy, 2000), melyet alapul véve felvázolható a kognitív vizuális képességek rendszere is. E szerint megkülönböztetünk vizuális kommunikációs, -gondolkodási, -tudásszerzési, illetve ezek eredményeként -tanulási képességeket. A vizuális tudásszerzés dimenziójában elkülöníthető ismeretszerző (ábra(rajz)olvasás, reprodukív ábrázolás), problémamegoldó és alkotó (ábra(rajz)értelmezés, produktív ábraalkotás) képesség. E képességrendszer átszövi a gondolkodási képesség, melynek négy részkomponense emelhető ki: a konvertáló, a rendszerező, a logikai és a kombinatív képesség.

Amíg a rajzolás képessége perzeptív, addig a rajzértelmezés apperceptív képesség. A perzeptív képesség a vizuális érzékelés és észlelés képessége, melyet az érzékszervek közvetítésével történő közvetlen tudati viszonyulás jellemez az érzékelt valósághoz. Ez a vizuális megismerés tapasztalati szintje. Az apperceptív képesség a vizuális gondolkodás, az alkotó látás képessége. Képzeteink segítségével képet alkotunk a látvány optikai alakzataiból. Ez a vizuális megismerés gondolati (racionális) szintje (Séra et al., 2002).

A perzeptív képességek közé sorolhatók az alak-, méret-, forma-, illetve az alaki, méretbeli, formabeli különbségek érzékelésének, észlelésének képességei. Az apperceptív képességkomponensei a látványelemző, a látványértelmező és a lényegkiemelő képesség. A látvány lehet térbeli objektum vagy annak rajzi leképezése.

Az ábrázolási képesség szerepe kettős, egyrészt elősegíteni a perzeptív tudati feldolgozását (vizuális tanulás), másrészt pedig belső képek formájában alapjául

szolgálni a vizuális gondolkodásnak. Az első esetben az ábrázolás primer közlés, azaz élő kapcsolat van a látvány és az ábrázolt kép között, míg a második esetben direkt közlés, vagyis csak belső látvány létezik, amelyet meg kell jeleníteni, ki kell fejezni (Bálványos & Sánta, 1997). A megjelenítés, kifejezés képessége alapul szolgálhat az ábraalkotás képességének is.

A vizuális tanulás képességkomponensei az imitáció, a megfigyelés, az összehasonlítás, az analízis, a szelektálás, míg a vizuális gondolkodásé a különböző gondolkodási műveletek, az analízis, a szintézis, az absztrakció a lényegkiemelés és a transzpozíció. Az ábraalkotás apperceptív képesség, azaz az alkotó láttatás, érzékeltetés képessége.

Egy másik megközelítés szerint téri képességeknek tekinthetők azok a kognitív funkciók, amelyek képessé teszik az embert tárgyakkal való térbeli manipulációra, térbeli tájékozódásra, vizuális téri feladatok megoldására (Sjölinder, 1998). Számos kutató faktoranalízissel igyekezett azonosítani a téri képességek komponenseit:

- téri tájékozódás (térbeli alakzatok azonosítása különböző nézőpontokból), téri műveletek (két- vagy háromdimenziós alakzatok mentális újrastrukturálása)
- téri percepció (téri kapcsolatok felfogása, meghatározása), téri vizualizáció (téri műveletek), mentális forgatás (két- vagy háromdimenziós alakzatok mentális forgatása) (Linn Peterson, 1985),
- téri vizualizáció (téri műveletek), téri orientáció (téri tájékozódás), téri kapcsolatok (mentális forgatás) (Lohman, 1988; McGee, 1979),

A téri képességek már a kezdetektől szerves részét képezték az intelligencia vizsgálatoknak, mint primer mentális képességek (Thurstone), mint téri viszonyok észlelése, mentális transzformáció, képi emlékezet (Gardner), mint a folyékony intelligencia komponense (Cattell), mint perceptomotoros koordináció, mentális műveletek (Wechsler) (Sjölinder, 1998). A Carroll-féle kognitív képességek struktúrájában az általános intelligencia egyik faktora az általános vizuális észlelés, melynek komponense például a téri reláció és a téri vizualizáció. A téri relációk között megjelenik a mentális forgatás képessége is.

Hitch és Baddeley munkamemória-modelljében a téri-vizuális vázlattömb felelős a mentális képek létrehozásáért és manipulálásáért. A fentiek alapján elmondható, hogy a téri képességek legfontosabb komponensei a téri tájékozódás és a téri műveletek, melyek közül kiemelhető a mentális forgatás. A mentális műveletek között megemlíthető még az analízis és a szintézis, melyek a rajzoktatásban is meghatározó szerepet játszanak. A téri képességek alakulását leggyakrabban nem és életkor szerinti relációban, valamint különböző más intelligenciafaktorokkal való kapcsolatrendszerében vizsgálták.

A téri képességek fejlesztésének számos korszerű eszköze ismert. Kiemelhető ezek közül a háromdimenziós modellezés, melynek egyik internetes eszköze az interaktív virtuális valóság modellezés, melynek révén a kísérleti személy háromdimenziós alakzatokat mozgathat, forgathat egere segítségével, fejlesztve ez által téri képességeit (Makó & Elsayed, 2003).

## Vizsgált téri képességek

Kutatásunk a mentális téri műveletek fejlettségének vizsgálatára irányult. A képi gondolkodás – hasonlóan a fogalmi gondolkodáshoz és a motoros manipulációkhoz – legelemibb műveletei az analízis és a szintézis (reprezentatív intelligencia). A mentális képekkel (képzetekkel) végzett műveletekhez nem szükséges a tárgy jelenléte, végrehajtható az objektum valódi képe (vetületei, axonometrikus ábrája) alapján, de a nélkül is. Az általunk fejlesztett feladatokban ingerként csonkolt kockák vetületi és axonometrikus képeit használtuk.

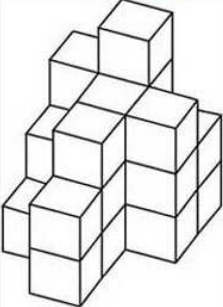
Gondolkodási műveletnek tekinthető minden olyan gondolkodási tevékenység, amely független és tovább már nem bontható. A gondolkodási műveletek a gondolkodási folyamat szűk, két-, háromlépéses környezetében értelmezhetők. Megkülönböztetünk elemi (pl. *analízis*, *szintézis*) és összetett (pl. mentális forgatás, tükrözés) gondolkodási műveletet, melyek termékeny kölcsönhatása eredményezi az adott vizuális, illetve téri feladat vagy probléma megoldását. A gondolkodási műveletek némelyike egy másik művelet megfordításaként értelmezhető (pl. analízis - szintézis).

Az elemi mentális műveleteket kiváltó feladatok mellett alkalmaztunk összetett műveleteket (mentális forgatást, térbeli képzetet) igénylőket is. A *mentális forgatás* fázisai a reprezentáció, a forgatás, az összehasonlítás, döntés az azonosságról vagy a különbözőségről (Shepard & Judd, 1976), míg egy másik megközelítés szerint a figyelem, a vizuális letapogatás, a vizuális memória és a perceptuális döntés. A *térbeli képzet* több nézőpont integrálódásával jön létre, a megfigyelési tapasztalatok és a nézőpontváltások alapján, axonometrikus módon tudjuk a tárgyakat és a térbeli relációkat felidézni, elképzelni, továbbá velük műveleteket végrehajtani.

1. ábra. Mentális analízis feladat

**1/3** Számold meg, hány kis építőkockából állnak az alábbi alakzatok! A kockák egymáshoz illesztésekor nem használtak ragasztót.  
A megoldást a legördülő listából kiválasztva add meg!

A kockák száma:



A(z) 1 feladattípusra fordítható idő: 03:41 Aktuális feladat: ■ ■ ■ □ □ □ A teljes tesztből hátralévő idő: 36:41

A *térképzet* magában foglalja a térlátást, a térképzetet, a tárgyak mentális térbe helyezését és az ott végrehajtott műveleteket. A térképzetre hatással van a rekonstruktív (vetület alapján való rekonstrukció) és a konstruktív (térbeli összefüggések megértése, térbeli transzformációk elképzelése) észlelet is. A fentiek

figyelembevételével a mentális műveletek vizsgálatára irányuló kutatásunkban a következő feladattípusokat használtuk.

- Elemi mentális műveleteket igénylő feladatok
  - \* Mentális analízis
    - ~ Térhatású (axonometrikus) kockákból épített alakzatok részekre bontása (1. ábra)
  - \* Mentális szintézis
    - ~ Térhatású (axonometrikus) csonkolt hasábokból összetett objektum létrehozása
- Összetett mentális műveleteket igénylő feladatok
  - \* Mentális forgatás
    - ~ Kétdimenziós alakzatokkal
    - ~ Térhatású (axonometrikus) alakzatokkal (2. ábra)

2. ábra. Mentális forgatás feladat

**5/1** Az első sorban ugyanannak a kockának a képeit látod. A számozott kockák közül, melyik kép illik a kérdőjel helyére?  
A megoldást a legördülő listából kiválasztva add meg!

Ez a kocka:

A(z) 5 feladattípusra fordítható idő: 04:53      Aktuális feladat: ■ □ □ □      A teljes tesztből hátralévő idő: 30:47

- \* Mentális tükrözés
  - ~ Térhatású (axonometrikus) alakzatokkal
- \* Térbeli képzet
  - ~ Térhatású (axonometrikus) kép alapján három, különböző nézőpontú vetület egyesítése (3. ábra)
  - ~ Egy adott nézőpontú képhez másik két vetület kapcsolása egyesítéssel
- \* Térképzet
  - ~ Hat nézőpontú vetület egyesítése, térbe helyezése, majd mozgatása, forgatása és kapcsolása térhatású (axonometrikus) alakzatokkal

## A vizsgálat módszerei, eszközei

Felmenőrendszerű longitudinális vizsgálatunkat 2007 és 2010 között végeztük, az első évben papíralapú, majd a következő három évben online formában. A vizsgálatot a Mérei Ferenc Fővárosi Pedagógiai és Pályaválasztási Tanácsadó Intézet közreműködésével és a Budapest Főváros Önkormányzata Polgármesteri Hivatala Oktatási, Gyermek- és Ifjúságvédelmi Főosztályának támogatásával végeztük.

3. ábra. Térbeli képzet feladat

**6/2** A képernyő jobb alsó sarkában egy kocka térhatású képét látod. Válaszd ki, hogy melyik előlnézeti, felülnézeti és oldalnézeti kép tartozik hozzá! A kocka nem látható éleit szaggatott vonallal (- - - -) jelöltük. Az összetartozó megoldásokat a legördülő listákból kiválasztva add meg!

Előlről nézve: B  
 Felülről nézve: 6  
 Bal oldalról nézve: c  
 Tovább

A test térhatású képe:

A(z) 6 feladattípusra fordítható idő: 03:47      Aktuális feladat: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]      A teljes tesztből hátralévő idő: 29:47

A vizsgálatban közreműködő tanárok részére minden tanév szeptemberében felkészítő foglalkozást tartottunk, továbbá részletes nyomtatott mérési útmutatót is kézbe adtunk. Ezen kívül tanári azonosítók is kiosztásra kerültek, melyek segítségével előzetesen kipróbálhatták a mérőeszközt. A mérést a közreműködő iskolák telephelyén, számítástechnika laboratóriumokban bonyolítottuk le, a felkészített tanár mint kísérletvezető irányítása mellett. A tanulók a kitöltést követően azonnal megkapták az értékelést és az eredmények értelmezését, amik nagyban hozzájárultak saját önértékelésük fejlődéséhez, énképük formálásához.

A visszacsatolás egy másik ágense az osztályfőnök, illetve az osztályban tanító tanárok voltak, akik az osztály eredményei alapján hasznos információhoz juthattak oktatási céljaik hatékonyabb eléréséhez. Éppen ezért egy olyan online felületet is kialakíthattunk, ahol a tanárok megtekinthették saját osztályuk eredményeit, illetve azok értékelését, értelmezését már közvetlenül a mérés után. Ez nagyban hozzájárulhatott a megfelelő tanítási stratégiák megválasztásához.

A vizsgálatban 41 budapesti szakközépiskola tanulói vettek részt. Az iskola geográfiai elhelyezkedésére, a tanulók nemére és szakmacsoportjára nézve reprezentatív vizsgálatba kezdetben 1530 fő 9., 1319 fő 10. évfolyamos tanulót vontunk be. Jelen tanulmányban az ő eredményeiket mutatjuk be (2008. évi eredmények). A kísérleti személyek kiválasztásakor figyelembe vettük a magyar szakképzés sajátosságait is (Simonics, 2003).

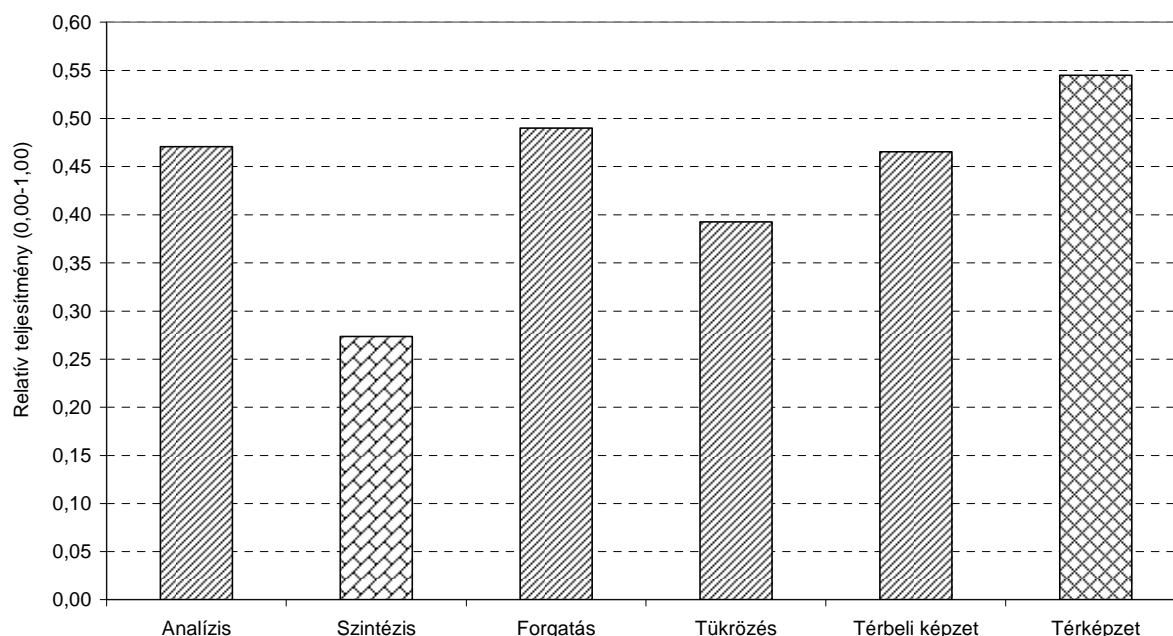
1. táblázat. Vizsgálati modellek

Tanulmányok kezdete a szakközépiskolában	— Hosszmetszeti vizsgálati modell →				Keresztmetszeti vizsgálat
	A vizsgálat időpontja				
	2007 őszi	2008 őszi	2009 őszi	2010 őszi	
2007. szeptember	9. évf.	10. évf.	11. évf.	12. évf.	
2008. szeptember	-	9. évf.	10. évf.	11. évf.	
2009. szeptember	-	-	9. évf.	10. évf.	
2010. szeptember	-	-	-	9. évf.	

A négy év során októberben, novemberben végzett longitudinális kutatás kétféle vizsgálati modell (hosszmetszeti, keresztmetszeti) alkalmazását tette lehetővé (1. táblázat).

4. ábra. Téri képességkomponensek átlagos fejlettségi szintje

Valamennyi tanuló (2849 fő)



## Kutatási eredmények

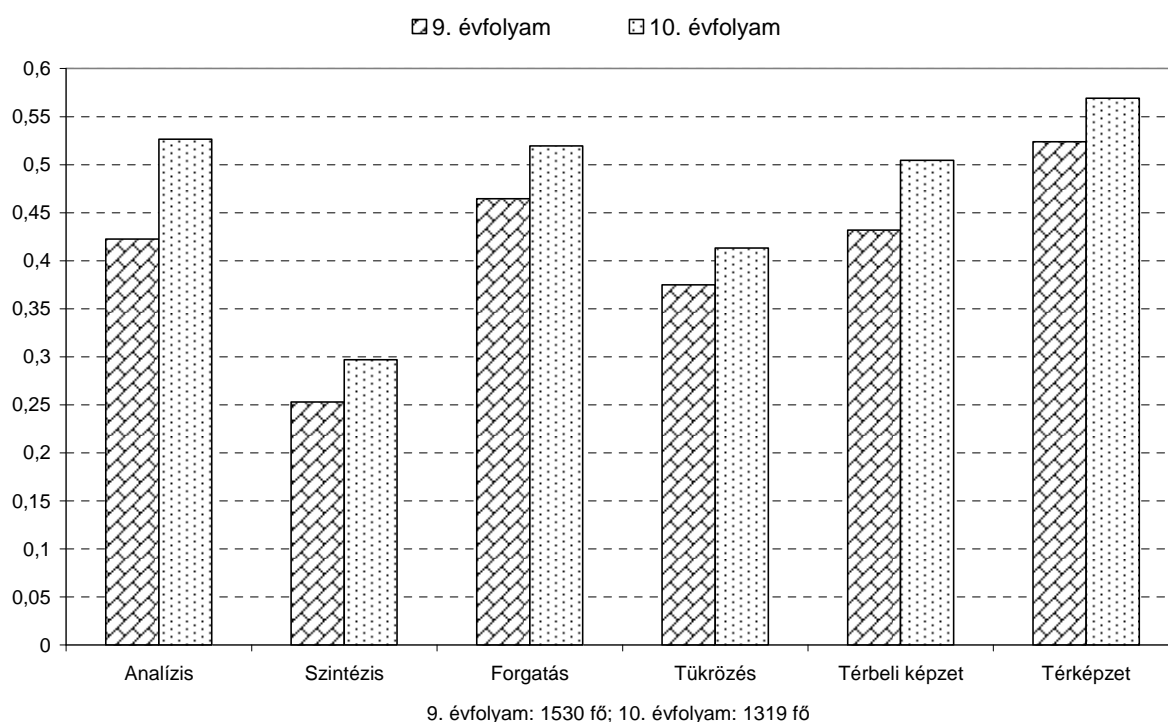
A szakközépiskolai tanulók elemi mentális műveleteinek fejlettségi szintje igen eltér egymástól. A térhatású kép és/vagy az egyidejűleg rendelkezésre álló többirányú nézet nagyban megkönnyíti az egyes vetületek illesztését. Ez magyarázza a térbeli képzet és a térképzet fejlettségének magasabb szintjét, azonban magasabb szórás mellett. A szintézis művelete a térhatású alakzatok komplex kapcsolatrendszere és a vizuális memória jelentősebb igénybevétele miatt fejletlenebbnek bizonyult (4. ábra).

Az analízisre kapott átlageredmények kétszeresei a szintézisének. A mentális műveletek faktorai közül ez utóbbi lett a legfejletlenebb. A gyengébb teljesítményben az is közrejátszott, hogy a mentális illesztés során több, bonyolultabb alkotórészt is egyidejűleg kellett a vizuális memóriában tárolni, ellentétben az analízis feladattal, ahol az egyszerű kocka objektumok azonosak voltak és csak a darabszámokat kellett rögzíteni. A feladatok téri relációi is eltértek egymástól, az analízisnél a látható

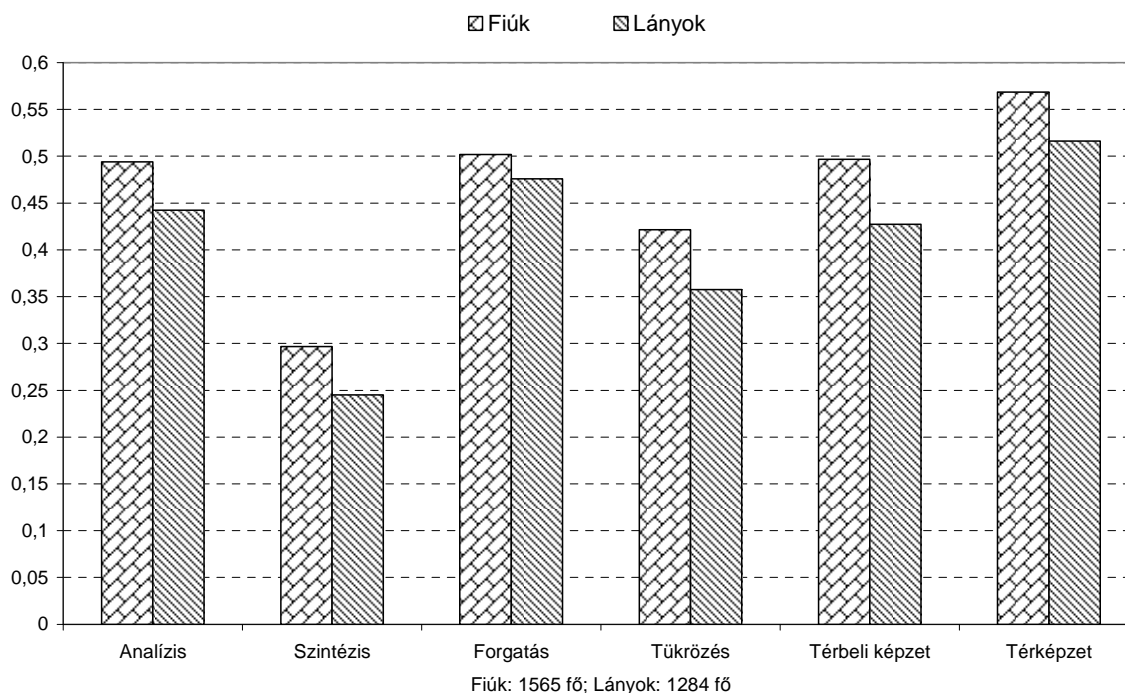
építőkockák viszonyai alapján kellett következtetni a nem láthatókra, míg a szintézisnél a kapcsolatrendszer jóval összetettebb volt.

A térhatású alakzatok mentális forgatása és tükrözése, vagyis a téri elemek leképezésének és a velük való manipulációnak képessége vonatkozásában 10%-os eltérést diagnosztizáltunk. Valamennyi mentális műveleti képesség vonatkozásában fejlődés figyelhető meg a tanulmányok előre haladtával, főként a mentális analízis és a mentális forgatás évfolyamátlagai különböznek szignifikánsan egymástól (5. ábra). A legkisebb mértékű fejlődés a legkomplexebb képességkomponenseknél, a térképzetnél és a mentális tükrözésnél figyelhető meg. Ez utóbbi, illetve az axonometrikus alakzatokkal végrehajtott forgatás jó korrelációs kapcsolatot mutat a Raven-féle intelligenciával ( $r=0,615$  és  $0,704$ ;  $p=0,01$ ).

5. ábra. Téri képességkomponensek átlagos fejlettségi szintje évfolyamonként



6. ábra. Téri képességkomponensek átlagos fejlettségi szintje nemek szerint



A téri képességek fejlettségi szintjének nemek szerinti összehasonlítása a szakirodalomban igen eltérő képet mutat. Linn és Peterson (1985) a mentális forgatás, Alexander (2005) a vizuális memória vonatkozásában mért különbséget fiúk és lányok között, az utóbbiak rovására. Crawford et al. (1995) például a kisgyermekkorban preferált játékok különbözőségére vezette ezt vissza. A fiúk gyakrabban játszanak LEGO-val és hasábszerű játékokkal, míg a lányok a babákat preferálják. Ginn és Pickens (2005) úgy találta, hogy azok a lányok, akik művészetet tanulnak vagy sportolnak szabadidejükben, azok mentális forgatási képességei fejlettebbek, mint azoké, akik ezt nem teszik. Számos kutató, így például Caplan et al. (1985) nem talált jelentősebb különbséget fiúk és lányok téri képességei között.

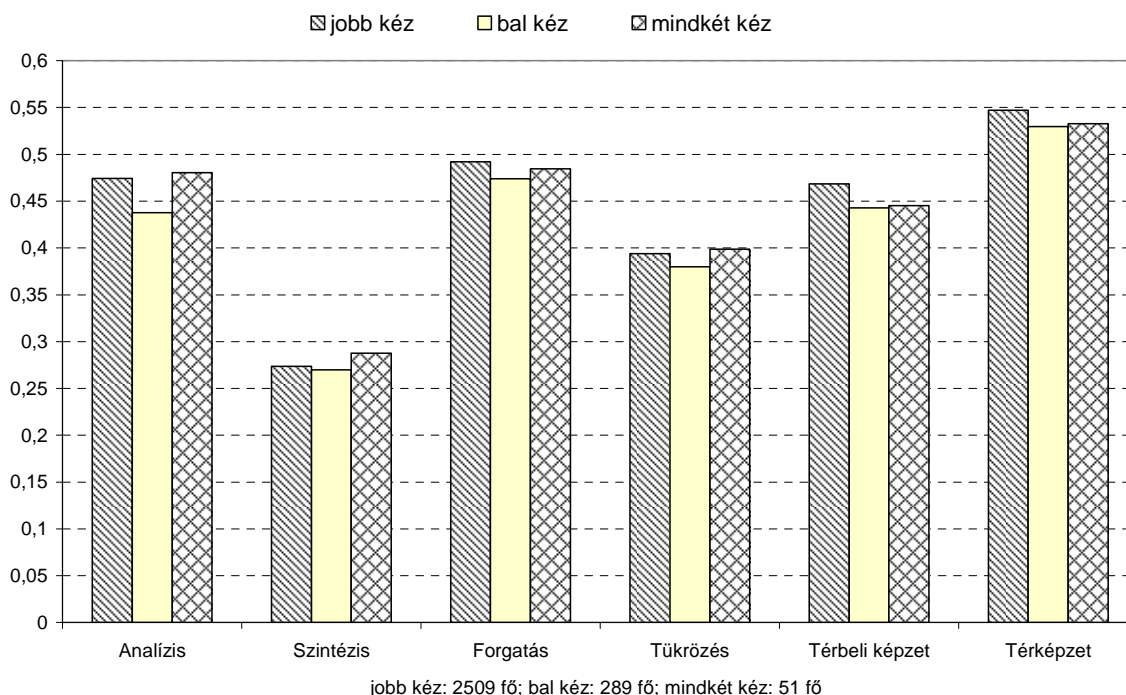
Kutatási eredményeink szerint a fiúk és a lányok téri képességkomponensei csak 5-8%-os különbséget mutatnak, igaz a fiúk javára (6. ábra). A legjelentősebb eltérések a térképzet és a térbeli képzet vonatkozásában mutatkoznak.

A téri képességkomponenseket preferált rajzolás kéz szerint is összehasonlítottuk, azonban szignifikáns különbséget nem sikerült feltárni (7. ábra). Mindenesetre az megállapítható, hogy a balkezesek hibahatáron belüli, 1-3%-kal gyengébb eredményt értek el, mind jobbkezes társaik. Ez persze összefüggésben lehet azzal is, hogy az online teszt esetében a balkezes tanulók mennyire könnyen tudták kezelni a többnyire jobbkezes egeret. A legnagyobb eltérés (kb. 4%) itt is az analízisnél mutatkozik.

Megvizsgáltuk a téri képességkomponensek korrelációs kapcsolatrendszerét is. Szinte valamennyi komponens vonatkozásban gyenge közepes kapcsolatot mértünk (2. táblázat), egyedül a mentális forgatás – térbeli képzet – téri képzet dimenziójában kaptunk erősebb összefüggést ( $p=0,01$ ). A térbeli képzet és a térképzet olyan komplex műveletnek tekinthető, melyben megtalálható a mentális forgatás is.



7. ábra. Téri képességkomponensek átlagos fejlettségi szintje preferált kéz szerint



2. táblázat. Téri képességkomponensek közötti korrelációs kapcsolat

	Analízis	Szintézis	Forgatás	Tükrözés	Térbeli képzet	Térképzet
Analízis		0,238	0,352	0,266	0,387	0,332
Szintézis	0,238		0,262	0,225	0,300	0,259
Forgatás	0,352	0,262		0,300	<b>0,461</b>	<b>0,423</b>
Tükrözés	0,266	0,225	0,300		0,389	0,301
Térbeli képzet	0,387	0,300	<b>0,461</b>	0,389		<b>0,458</b>
Térképzet	0,332	0,259	<b>0,423</b>	0,301	<b>0,458</b>	

A faktoranalízis megmutatta, hogy a vizsgálatba vont hat részművelet ugyanahhoz a téri képességkomponenshez, vagyis a mentális művelethez tartozik.

## Összegzés

Tanulmányunk elején rövid áttekintést adtunk a vizuális – téri képességek igen szerteágazó elméleteiről. Ezek alapján három fő komponens különíthető el, a téri percepció, a téri orientáció és a téri műveletek. Ez utóbbi vonatkozásban elkülönítettünk egyszerű (analízis, szintézis) és összetett téri (mentális forgatás, tükrözés, térbeli képzet, térképzet) műveleteket, melyekhez online feladatokat dolgoztunk ki. Budapesti szakközépiskolai tanulók körében mértük e képességkomponensek fejlettségi szintjét, melyek vonatkozásában megállapítottuk, hogy a téri műveleti képességek közül a térképzet és a mentális forgatás bizonyult a legfejlettebbnek, míg a szintézis a legfejletlenebbnek. A tanulmányok előre haladtával szignifikáns fejlődés mutatható ki az analízisnél és a forgatásnál, míg viszonylagos stabilitás a komplexebb téri komponenseknél, a térképzetnél és a

mentális tükrözésnél. A fiúk 5-8%-kal fejlettebb téri képességkomponensekkel rendelkeznek, mint a lányok. A preferált kéz vonatkozásában nem találtunk szignifikáns eltérést a tanulók teljesítményében. A mentális forgatás – térbeli képzet – téri képzet összefüggésében szorosabb korrelációs kapcsolatot mértünk, amit azzal magyaráztunk, hogy a két legösszetettebb téri műveletben is szerepet játszik a forgatás művelete.

## Irodalomjegyzék

- ALEXANDER, G. M. (2005): Memory for face locations: Emotional processing alters spatial abilities. *Evolution and Human Behavior*, 26 (4), 352-362.
- BÁLVÁNYOS Huba, & SÁNTA László (1997): *Vizuális megismerés, vizuális kommunikáció*. Budapest: Balassi .
- CAPLAN, P. J., MCPHERSON, G. M., & TOBIN, P. (1985): Do sex-related differences in spatial abilities exist? A multilevel critique with new data. *American Psychologist*, 40 (7), 786-799.
- CRAWFORD, M., CHAFFLIN, R., & FITTON, L. (1995): Cognition and social context. *Learning and Individual Differences*, 7 (4), 341-362.
- GINN, S. R., & PICKENS, S. J. (2005): Relationships between spatial activities and scores on the mental rotation test as a function of sex. *Perceptual and Motor Skills*, 100 (3), 877-881.
- LINN, M. C., & PETERSON, A. C. (1985): Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56 (6), 1479-1498.
- LOHMAN, D. F. (1988): Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In Stenberg, R. J. (Ed.): *Advances in the psychology of human* (pp. 181-248). Hillsdale: Erlbaum.
- MAKÓ Ferenc, & HASSAN Elsayed (2003): Using of multimedia, VRML technologies at the Institute of Developing Human Resource and Methodology. 2nd International Conference on Information, Mansoura, Egyiptom.
- MCGEE, M. G. (1979): *Human Spatial Abilities: Sources of Sex Differences*. New York: Praeger.
- NAGY József (2000): *XXI. század és nevelés*. Budapest: Osiris.
- SÉRA László, KÁRPÁTI Andrea, & GULYÁS János (2002): *A térszemlélet*. Pécs: Comenius.
- SHEPARD, R. N., & JUDD, S. A. (1976): Perceptual illusion of rotation of three-dimensional objects, *Science*, 191, 952-954.
- SIMONICS István (2003): A magyar szakképzés helyzete. In: Simonics István, & Hutter Ottó (szerk.): *Az informatikai képzés helyzete, fejlesztésének lehetséges irányai* (pp. 3-91). Budapest: Nemzeti Szakképzési Intézet.
- SJÖLINDER, M. (1998): Spatial Cognition and Environmental Descriptions. In Dahlbäck, N. (Ed.), *Exploring Navigation: Towards a Framework for Design and Evaluation of Navigation in Electronic Spaces*. SICS Technical Report, T98:01.
- SPRINTHALL, N. A., & SPRINTHALL, R. C. (1990): *Educational Psychology. A Development Approach*. New York: McGraw-Hill.